A TEMPERATURA E A UMIDADE RELATIVA EM ARARAQUARA

Fabrício Ismael Aud CARUANO[1]
Margarete e Cristiane de Costa Trindade AMORIM [2]

RESUMO

O clima das cidades tem sido modificado devido às alterações provocadas na superfície pelo processo de urbanização. A retirada da vegetação, a impermeabilização do solo, a canalização fechada de rios e córregos, a circulação de veículos e pessoas, as indústrias e os materiais utilizados nas construções são os principais responsáveis pelas diferenças da temperatura e umidade relativa quando comparados com o campo.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a temperatura e a umidade relativa do ar na cidade e no campo, em Araraquara, a fim de identificar diferenças de comportamentos, tanto no que se refere à magnitude das anomalias como nos horários que estas ocorreram com maior intensidade.

Foram utilizados mini-abrigos meteorológicos com psicrômetros para se coletar dados de temperatura e umidade relativa às 9h00, 15h00 e 21h00, em um ponto localizado no centro de Araraquara e outro no ambiente rural, além de observações da direção e velocidade do vento, presença de nuvens e definição dos sistemas atmosféricos atuantes através de imagens de satélites e cartas sinóticas de superfície, durante os cinco dias de levantamento de campo.

Os resultados da pesquisa mostraram que a temperatura no centro da cidade, no período da manhã (9h00), na maior parte dos dias, manteve-se menor, com amplitude de 1,4^{o}C. Em contrapartida, no período da tarde (15h00) e da noite (21h00), a cidade manteve-se mais quente que o campo, com amplitude máxima de 3,6^{o}C e 5,6^{o}C respectivamente.

INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial, o processo de urbanização e o crescimento populacional se intensificaram de tal maneira que “os espaços urbanos passaram a assumir a responsabilidade do impacto máximo da atuação humana sobre a organização na superfície terrestre e na deteriorização do ambiente” (Monteiro, 1976, p. 54).

A relação estabelecida entre a sociedade e a natureza traz consigo inúmeros impactos, que variam em função do grau de intervenção. Trabalhando nesta perspectiva Sant’Anna Neto (2000, p.1) afirma que

[...] “a sociedade contemporânea nos surpreende a cada dia com novas tecnologias, ampliando nossos horizontes e superando nossos limites que pareciam tão mais estreitos há poucas décadas - nunca o Planeta foi tão drasticamente espoliado e a natureza tão aviltada em sua integridade”.

É nesse contexto que o clima torna-se parte fundamental na compreensão do espaço, pois ele é uma das dimensões do ambiente urbano e seu estudo traz contribuições significativas no que se refere à questão ambiental da cidade. Assim

[1] Universidade Estadual Paulista UNESP campus de Presidente Prudente, aluno do curso de graduação Geografia, fabricioaul@hotmail.com
[2] Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora, mccta@prudente.unesp.br.

"o relevo, uso e ocupação do solo, enfim todos os condicionantes geoambientais e urbanos devem ser estudados pela climatologia, afim de que seja possível diagnosticar as alterações presentes na atmosfera urbana, para contribuir com o planejamento da cidade". (AMORIM, 2000, p.18).

Nos estudos de clima urbano, deve-se considerar o uso e a ocupação do solo, associado a geomorfologia e suas feições resultantes. Por fim, a cidade deve estar inserida em seu entorno articulando o urbano e o rural ao invés de estudá-la por si só.

Comparações entre o urbano e o rural, são a melhores formas de se estimar a modificação causada pelo urbano (...) O ar escoado da zona rural para a cidade encontra um novo e muito diferente grupo de condições de fronteiras, a fronteira da camada urbana, os canyons entre prédios. (OKE apud CAMARGO, 2002, p.5).

Entretanto é necessário que haja a ampliação do número de estudos sobre essa temática, para que se compreendam os mecanismos que geram o clima local e por conseqüência um aumento na qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido Monteiro (1990) afirma que

[...] análises dessa natureza devem ser aperfeiçoadas progressivamente e multiplicadas em várias cidades médias para que se possa conhecer os mecanismos fundamentais de geração e as características básicas do clima da cidade, já que fornecem subsídios à temática mais ampla da "qualidade ambiental urbana".

A cidade de Araraquara tem população de 182.471, e área total de 1006 quilômetros quadrados. Está localizada no centro do Estado de São Paulo, tendo como coordenadas geográficas 21º47'37" (latitude sul) e 48º10'52"(longitude oeste), com altitude média de 646 metros em relação ao nível do mar.

A ocupação inicial desta porção do Planalto Ocidental Paulista relaciona-se com os caminhos coloniais das expedições mineiras com destino a Cuiabá. O povoamento ocorreu no princípio do século XIX com a fixação de famílias oriundas de regiões mais antigas da Província, que abriram fazendas para criação de eqüinos, muares ovinos e gado de corte.

Em 1.817, o bairro de São Bento de Araraquara conquistou o status de Freguesia, com economia baseada na pecuária e nas culturas de subsistência de 336 habitantes.

Em 1.832 foi elevada à condição de Vila, instituindo a primeira legislatura da Câmara Municipal. Nesta época foi plantado café na região, por José Joaquim de Sampaio.

Com a chegada da ferrovia, em 1.884, e dos imigrantes, a região passou a integrar o complexo comercial do café, acelerando seu desenvolvimento econômico e social. Em 1.889, meses antes do advento da República, Araraquara foi elevada à categoria de cidade.

Após a crise do café (1929) o município passou a produzir cana-de-açúcar tornando-se um importante centro agroindustrial.

Concomitante a esses acontecimentos, o campo passou por um processo de esvaziamento populacional. A cidade por conseqüência teve um crescimento populacional muito grande, acompanhado de mudanças no ambiente natural como: retirada da cobertura vegetal, introdução de novas formas no relevo, impermeabilização do solo etc.

A escolha de uma cidade como Araraquara, não se justifica apenas pela carência de estudos nesta área, mas principalmente pela quantidade de cidades de porte médio que existe atualmente.

O número das aglomerações onde a população ultrapassa os 100.000 habitantes não para de crescer (...). Essas aglomerações, raras em 1940- quando eram apenas dezoito em todo o País – vêem o seu número aumentado nos recenseamentos seguintes, alcançando 142 em 1980. Em 1991, 183 municípios contavam com mais de 100.000 habitantes. A partir dos

anos 70, parece ser esse (100.000) o patamar necessário para a identificação de cidades médias em boa parte do território nacional.(SANTOS, 1996, p.155).

Assim entende-se que Araraquara tornou-se um bom exemplo para a introdução do estudo do clima urbano, pois a análise de seu clima associado às possibilidades de intervenção no ordenamento territorial da cidade poderá resultar em ações efetivas.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Nesta pesquisa foram considerados os pressupostos teóricos apontados por Monteiro (1976), que na perspectiva sistêmica, formalizou uma estrutura teórica e metodológica para a compreensão do fato urbano, o S.C.U. (Sistema Clima Urbano).

O S.C.U. é uma abordagem geográfica da cidade, pois envolve tanto os elementos de ordem meteorológica da atmosfera quanto os elementos da paisagem urbana em sua dinâmica, que, conjuntamente formam o clima urbano. Os três subsistemas: termodinâmico (conforto térmico), o físico-químico (qualidade do ar), e o hidrometeórico (impacto meteórico) propostos pelo autor possibilitam o estudo detalhado do ambiente atmosférico da cidade, resultando no conhecimento do seu clima e no levantamento de sugestões para o planejamento da mesma.

Foi priorizado o subsistema termodinâmico a partir do estudo do comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, para que fosse possível ter uma idéia de como a atmosfera se comporta e é influenciada pelas modificações existentes na cidade em comparação com o campo.

Primeiramente foi realizada revisão da literatura referente a temática clima, e posteriormente a caracterização do sítio urbano, onde foram escolhido dois pontos representativos do campo e da cidade para a instalação de mini-abrigos meteorológicos.

O primeiro ponto, que tinha como características básicas, a baixa densidade de construções, com vegetação arbórea nas proximidades e ocupação predominante do solo por pastagens. O abrigo foi colocado a 657 metros de altitude sobre o nível do mar.

Tabela 1 - ESCALA DE BEAUFORT

FORÇA	DESIGNAÇÃO	m/s	INFLUÊNCIA EM TERRA
0	CALMA	0 - 0,5	A FUMAÇA SOBE VERTICALMENTE
1	ARAGEM	0,6 - 1,7	A DIREÇÃO DA ARAGEM É INDICADA PELA FUMAÇA, MAS A GRIMPA AINDA NÃO REAGE
2	BRISA LEVE	1,8 - 3,3	SENTE-SE O VENTO NO ROSTO, MOVEM-SE AS FOLHAS DAS ÁRVORES E A GRIMPA COMEÇA A FUNCIONAR
3	BRISA FRACA	3,4 - 5,2	AS FOLHAS DAS ÁRVORES SE AGITAM E AS BANDEIRAS SE DESFRALDAM
4	BRISA MODERADA	5,3 - 7,4	POEIRA E PEQUENOS PAPÉIS SOLTOS SÃO LEVANTADOS. MOVEM-SE OS GALHOS DAS ÁRVORES
5	BRISA FORTE	7,5 - 9,8	MOVEM-SE AS PEQUENAS ÁRVORES. NOS LAGOS A ÁGUA COMEÇA A ONDULAR
6	VENTO MODERADO FORTE	9,9 - 12,4	ASSOBIOS NA AFIAÇÃO. MOVEM-SE OS MAIORES GALHOS DAS ÁRVORES. GUARDA CHUVA USADO COM DIFICULDADE

O outro miniabrigo foi instalado no centro da cidade, na rua São Bento, tratando-se de uma área totalmente urbanizada com vegetação esparsa, com vários edifícios acima de 4 pavimentos em todo seu entorno e com solo totalmente impermeabilizado.

O uso do solo é predominantemente comercial com poucas residências. Há concentração de equipamentos de refrigeração e intenso fluxo de veículos e pessoas. O miniabrigo foi colocado a uma altitude de 651 metros sobre o nível do mar.

Foi realizado treinamento de pessoas para auxiliar na coleta de dados, já que as leituras dos psicrômetros foram simultâneas. Os equipamentos necessários para o trabalho, foram emprestados de uma pesquisa mais ampla "O clima urbano de Presidente Prudente/SP" e consistem em mini-abrigos com psicrômetro, contendo pares de termômetro (bulbo seco e bulbo úmido), para medidas de temperatura e umidade relativa do ar. As paredes do miniabrigo são duplas e perfuradas para que o ar possa circular livremente. Sua base fica a 1,50 m da superfície, não permitindo que os termômetros sofram interferência da radiação terrestre e a sua abertura voltada para o sul, evita a incidência solar direta nos termômetro.

A escala usada para medir a velocidade do vento foi a "Escala de Beaufort" (Tabela 1), que foi idealizada no século XIX por um marinheiro inglês Almirante Sir Francis Beaufort.

O levantamento de campo foi realizado durante 5 dias representativos do inverno às 9:00, 15:00 e 21:00 horas. Após as observações e mensurações de dados realizou-se o trabalho de gabinete para análise dos dados coletados para se ter assim condições de verificar as possíveis diferenças da temperatura e umidade relativa entre o campo e a cidade. Foram utilizadas as imagens de satélite GOES[3], para a definição dos sistemas atmosféricos atuantes nos dias da pesquisa de campo.

RESULTADOS

Os dias 2, 4, 5 e 6 de junho apresentaram-se com pouco vento permitindo-se verificar diferenças na temperatura e umidade relativa entre os dois pontos de coleta.

A massa de ar predominante no período foi a Polar, que no decorrer dos dias foi se tropicalizando, fazendo com que no dia 6 fosse registrado, no período da tarde, temperatura de 26,4^{o}C.

De modo geral, o campo permaneceu, no período da manhã (9:00h), com maior temperatura (Tabela 2).

Em contrapartida, no período da tarde (15h00) e da noite (21h00), a cidade manteve-se quase sempre mais quente que o campo, com amplitude máxima de 3,6^{o}C e 5,6^{o}C respectivamente.

No dia 2, no período da manhã, a cidade apresentou-se com pequena diferenças em relação ao campo. A amplitude térmica entre os pontos foi de 0,8ºC e a da umidade relativa foi de 0,6%. A velocidade do vento foi maior na cidade, com força 2, segundo a escala de Beaufort (1,8 a 3,3m/s).

No período da tarde e da noite a cidade apresentou-se com maior temperatura em relação ao campo, com amplitude de 1ºC e 2,1ºC, respectivamente. Importante ressaltar que na leitura da tarde, a cidade estava sob fraca precipitação.

No dia 3, um sistema frontal passou na porção centro leste do estado deslocando-se em direção ao oceano Atlântico, acarretando chuva e conseqüentemente pequena amplitude entre os pontos. No período da manhã e da tarde, a cidade apresentou precipitação fraca, com umidade relativa sempre superior ao campo. A temperatura da cidade não seguiu o padrão do dia anterior, ocorrendo maior temperatura no período da noite no campo.

No dia 4, observou-se a intensificação da Polar , acarretando diminuição substancial da temperatura. No período da manhã, a cidade e o campo registraram a mesma temperatura

[3] Fonte: www.cptec.inpe.br

(15ºC). No período da tarde o campo apresentou-se com pequena amplitude térmica (0,1ºC). Em contrapartida a noite, a cidade teve maior temperatura, com amplitude de 2,8 °C.

TABELA 2 - DADOS DE TEMPERATURA, DIREÇÃO VENTO, UMIDADE RELATIVA, VELOCIDADE DO VENTO E PRECIPITAÇÃO.

		Cidade					Campo				
Dia	Horas	T	DV	UR	VV	PP	T	DV	UR	VV	PP
02/jun	09:00	19,2	SE	86.7	2	A	20	W	86.1	0	A
	15:00	20	NE	85.2	2	F	19	NE	84.8	4	A
	21:00	18	NW	94.0	1	A	16,1	L	87.5	0	A
03/jun	09:00	17,8	NE	92	1	F	18	NE	90.1	0	A
	15:00	19,2	NE	92.3	1	F	19	SW	92.3	0	F
	21:00	17	NE	97.9	1	A	18	L	90.1	2	F
04/jun	09:00	15	NE	93.5	1	A	15	S	89.2	1	A
	15:00	19,8	SW	90.6	1	A	19,9	L	65.3	2	A
	21:00	15,8	SW	81.3	1	A	13	S	97.7	0	A
05/jun	09:00	17	SW	80	1	A	15,8	SE	87.4	2	A
	15:00	20	SW	66.2	1	A	22	NW	51.2	2	A
	21:00	16,4	SW	77.7	1	A	13,1	NW	76.3	1	A
06/jun	09:00	14	NE	82.3	0	A	15,4	NW	77	3	A
	15:00	26,4	NE	66.9	0	A	22,8	L	48	2	A
	21:00	18	NE	65.1	0	A	13	L	93	1	A

Fonte: Trabalho de campo - junho 2004.

No dia 5, sob atuação da Polar sem precipitação e com baixa velocidade do vento, foram observadas amplitudes térmicas e de umidade relativa, sendo que o ponto urbano mostrou-se mais quente às 9:00 e 21:00 horas, com respectivamente, 2,8ºC – 7,4% e 3,3ºC – 1,4%.

No dia 6 a Polar continuou atuando e foram observadas as maiores amplitudes entre os pontos, seguindo o padrão observado em dias anteriores, embora com menores amplitudes, devido a presença de precipitação. Às 9:00 horas o campo apresentou-se com temperaturas um pouco mais elevadas (1,4ºC) e às 15:00 e 21:00 horas o ponto urbano mostrou-se com as maiores temperaturas, devido às diferenças de uso e ocupação do solo (amplitudes de 3,6ºC e 5ºC respectivamente).

O acelerado e desordenado crescimento da cidade de Araraquara teve repercussões relevantes no espaço urbano. Assim, neste experimento comparou-se o comportamento da temperatura e da umidade relativa entre a cidade e o campo, em dias representativos do inverno, a fim de identificar possíveis diferenças de comportamento, tanto no que se refere a magnitude das anomalias como nos horários que estas ocorrem com mais intensidade.

As características da temperatura e da umidade relativa demonstram que Araraquara possui diferenças de temperatura entre a cidade e o campo, fruto do tipo de uso e ocupação do solo, com a presença ou carência de vegetação. Os tipos de tempo foram responsáveis pelas maiores ou menores contrastes entre o rural e o urbano.

Constatou-se também, que a relação entre o maior e o menor aquecimento do centro da cidade e a zona rural, apresentou um ciclo diário.

Deste modo, na primeira leitura do dia (9:00 horas), constatou-se que, o campo tem temperatura mais elevada se comparada à cidade. Em contrapartida, à tarde (15:00), e à noite (21:00), a cidade esteve com a temperatura mais elevada.Neste primeiro levantamento conclui-se que Araraquara cresceu e já apresenta diferenças importantes de temperatura e umidade relativa do ar, evidenciadas nos dias com baixa velocidade do vento e sem precipitação. Com isso, o uso e ocupação do solo e os condicionantes geoambientais e urbanos são fundamentais para caracterizar as diferenças existentes entre cidade e o campo, com o objetivo de diagnosticar mudanças na atmosfera urbana, para contribuir com o planejamento da cidade.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M.C.C.T. Análise Ambiental e qualidade de vida na cidade de Presidente Prudente/SP. 1993. 136f. (Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

AMORIM, M.C.C.T. O clima urbano de Presidente Prudente-SP. 2000. 374f. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRANDÃO, A. M. de P. M. O clima urbano da cidade de Rio de Janeiro. São Paulo, 1996. 362p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

CAMARGO, C.E.S.; MENOTTI, S.S.. A cidade e o campo: estudo comparativo das variações térmicas e higrométricas em Presidente Prudente-SP. 2002. 90f. (Monografia de Bacharelado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

CAMARGO, J. C. G., TAVARES, A. C. A influência da cidade de Rio Claro na temperatura e na umidade do ar. Geografia, Rio Claro, v.10, n.20, p.149-168, outubro1985.

CRUZ, J. C. L. Características térmicas da camada intra-urbana em Rio Claro (SP). Rio Claro, 1995. 189p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

GOMEZ, A. L., GARCIA, F. F. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. Estudios Geográficos, 45, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984.

LOMBARDO, M. A. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo, São Paulo, HUCITEC, 1985.

MENDONÇA, F. de A. O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudos e aplicação à cidade de Londrina-PR. 1994. 322f. (Tese de Doutorado - Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um “clima urbano”. Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, p. 80-114, 1990.

MONTEIRO C. A. de F. A dinâmica e as chuvas no estado de São Paulo. São Paulo: IGEOG/USP, 1973. 129p. (Estudo geográfico em forma de Atlas).

MONTEIRO C. A. de F. A frente polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul- oriental do Brasil. São Paulo: IGEOG/USP, 1969. 68p. (Série Teses e Monografias, 1).

MONTEIRO C. A. de F. Clima. Geografia do Brasil: Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE. Tomo 1, p.117-158, 1963.

MONTEIRO C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, p. 61-79, 1990.

MONTEIRO, Ana. O clima urbano do Porto: contribuição para a definição das estratégias de planejamento e ordenamento do território. Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1997. 485p.

MONTEIRO, C. A. de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. Geosul, Florianópolis, v.5, n.9, p.7-19, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.181p.

MONTEIRO, C. A. de F.; TARIFA, J. R. Contribuição ao Estudo do Clima de Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano. Climatologia no 7. São Paulo: IGEOG/USP, 1977, 51p.

MONTEIRO, C.A. de F. Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: UFSC, 1991. 241p.

MORENO GARCÍA, M. C. La cartografia del fenómeno de la "isla" de calor. Notes de Geografia Física. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1990. p. 73-81.

MORENO GARCÍA, M. C. Unas notas históricas acerca de la climatología urbana. Notes de Geografia Física. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1991-1992. p. 137-141.

OKE, T. R. Climat impacts of urbanization. In: Interations of energy and climate.

Proceeding. Dordrecht/Holanda: D. Heider Publishing Company, p.339-361, 1980.

OKE, T. R. The micrometeorology of the urban forest. London, p.330 – 349, 1989.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal

Meteorological Society, v.108, n. 455, p. 1-24, jan. 1982.

PITTON, S. E. C. As cidades como indicadores de alterações térmicas. São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVANTINI, J. A. (org.). Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: UEM, 2000.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. São Paulo: Hucitec, 1996. p.155.

SETTE, D. M. O clima urbano de Rondonópolis-MT. São Paulo, 1996. 137p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SEZERINO, M. L., MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. Geosul,, Florianópolis, v.5, n.9, p. 20-60, 1990.

SILVA, T., Caracterização de uma situação de inverno do clima urbano de Penápolis-SP. 2000. Trabalho de Monografia de Bacharelado – Departamento de Geografia, UNESP, Presidente Prudente-SP.

TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP). Geografia, v.2, n.4, p.59-80, outubro 1977.